

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
КАФЕДРА САДОВО ПАРКОВОГО ТА ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА

Підпис здобувача ВО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ОС «МАГІСТР»

**ГОРИМІСТЬ ТА ПРОТИПОЖЕЖНА ПРОФІЛАКТИКА У ЛІСАХ
ФІЛІЇ ДП "ТРОСТЯНЕЦЬКЕ ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО" ДП "ЛІСИ
УКРАЇНИ"**

Виконала: студентка 2м курсу,
групи ЛІС 2301–2м
спеціальності
205 Лісове господарство
Лапіна І. В.

Керівник професор Мельник Т. І.
Рецензент професор Кравченко Н. В.

Суми – 2024

АНОТАЦІЯ

Лапіна І. В. Горимість та протипожежна профілактика у лісах філії ДП "Тростянецьке лісове господарство" ДП "Ліси України". Кваліфікаційна робота. Освітній ступінь – «Магістр». Спеціальність 205 «Лісове господарство». Сумський національний аграрний університет, Суми, 2024.

Лісові пожежі є одним із найбільш серйозних викликів для екосистем, оскільки вони завдають значних екологічних, економічних та соціальних збитків. У сучасних умовах кліматичних змін та антропогенного впливу дослідження горимості лісів і вдосконалення протипожежної профілактики набувають особливої актуальності. Ліси філії ДП "Тростянецьке лісове господарство" є важливим елементом екологічного балансу та мають стратегічне значення для сталого розвитку регіону.

У роботі проведено аналіз чинників, які впливають на горимість лісів, та оцінено ефективність існуючих протипожежних заходів. На основі даних, що були отримані, розроблено рекомендації щодо зниження ризиків виникнення пожеж та підвищення ефективності профілактичних дій. Особливий акцент зроблено на застосуванні сучасних технологій моніторингу, зокрема геоінформаційних систем, для прогнозування пожежної небезпеки та оперативного реагування.

Результати дослідження свідчать про доцільність впровадження новітніх підходів до організації протипожежної профілактики у лісах, що дозволить знизити втрати лісових ресурсів, зменшити економічні збитки та забезпечити збереження біорізноманіття.

Ключові слова: горимість, лісові пожежі, протипожежна профілактика, лісове господарство, геоінформаційні системи, антропогенний вплив.

ANNOTATION

Lapina I. V. Flammability and Fire Prevention in the Forests of the Branch of the SE "Trostyanets Forestry" of the SE "Forests of Ukraine". Qualification work. Educational degree – "Master"

Specialty 205 "Forestry". Sumy National Agrarian University, Sumy, 2024.

Forest fires are one of the most significant challenges for ecosystems, as they cause significant environmental, economic and social damage. Under the current conditions of climate change and anthropogenic impact, the study of forest flammability and the improvement of fire prevention measures have become particularly relevant. Forests of the Branch of the SE "Trostyanets Forestry" are a critical component of the ecological balance and play a strategic role in the sustainable development of the region.

This study analyzes the factors that influence forest flammability and evaluates the effectiveness of existing fire prevention measures. Based on the findings, recommendations to reduce fire risks and enhance the efficiency of preventive actions were developed. Particular attention was paid to the use of modern monitoring technologies, particularly geographic information systems, for fire hazard forecasting and rapid response.

The research results confirm the feasibility of implementing innovative approaches to fire prevention in forests, which will reduce forest resource losses, minimize economic damages, and ensure biodiversity conservation.

Keywords: *flammability, forest fires, fire prevention, forestry, geographic information systems, anthropogenic impact.*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ЛІСОВІ ПОЖЕЖІ, ЇХ ТИПОЛОГІЯ, ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ТА ВПЛИВ НА ЕКОСИСТЕМИ	10
1.1 Проблема лісових пожеж	10
1.2 Типи лісових пожеж та причини їх виникнення	11
1.3 Географія лісових пожеж	14
1.4 Позитивні та негативні аспекти лісових пожеж	18
1.5 Вплив лісових пожеж на зміну клімату та якість повітря	22
1.6 Лісові пожежі в історичному контексті	23
РОЗДІЛ 2. ПРИРОДНІ УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
2.1 Природні та економічні умови філії «Тростянецьке лісове господарство» ДП «Ліси України»	26
2.2 Породний склад лісів філії "Тростянецьке лісове господарство"	29
2.3 Методи проведення дослідження	32
2.4 Використання сучасних технологій	35
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	38
3.1 Нормативно-правові акти та регулювання протипожежної безпеки філії «Тростянецьке лісове господарство»	38
3.2 Основні фактори ризику виникнення лісових пожеж у філії	40
3.3 Оцінка екологічних та економічних наслідків лісових пожеж	43
3.4 Аналіз сучасного стану протипожежної профілактики у філії "Тростянецьке лісове господарство"	46
3.5 Вплив бойових дій на лісові пожежі	50

3.6 Рекомендації щодо вдосконалення протипожежної профілактики	53
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	57
ДОДАТКИ.....	62

ВСТУП

Актуальність теми. Лісові пожежі є однією з найбільших загроз для екосистем, що спричиняють значні екологічні, економічні та соціальні збитки. В умовах кліматичних змін, що супроводжуються зростанням температури, збільшенням тривалості посушливих періодів та антропогенним впливом, частота та масштаб лісових пожеж значно зростають. Українські ліси, зокрема ліси філії ДП "Тростянецьке лісове господарство", мають високу екологічну та господарську цінність, тому дослідження їхньої горимості та вдосконалення протипожежної профілактики є надзвичайно актуальними.

Особливості природних умов філії, її породний склад та близькість до населених пунктів підвищують ризик виникнення пожеж, що може спричинити суттєві екологічні втрати, тому актуальність дослідження полягає у необхідності розробки ефективних заходів профілактики, які враховують специфіку території та сучасні виклики.

Мета дослідження. Метою дослідження є оцінка горимості лісів філії ДП "Тростянецьке лісове господарство" та розробка ефективних заходів протипожежної профілактики для мінімізації ризику виникнення лісових пожеж.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати нормативно-правові та регулюючі документи протипожежної безпеки філії ДП "Тростянецьке лісове господарство" ДП "Ліси України".

2. Встановити основні чинники та фактори лісових пожеж в умовах філії ДП "Тростянецьке лісове господарство" ДП "Ліси України".

3. Розробити рекомендації щодо покращення протипожежних заходів та охорони лісів для філії ДП "Тростянецьке лісове господарство" ДП "Ліси України".

Об'єкт дослідження – лісові масиви філії ДП "Тростянецьке лісове господарство".

Предмет досліджень – процеси горимості лісів філії ДП "Тростянецьке лісове господарство" та заходи протипожежної профілактики, що застосовуються для зменшення ризику виникнення і поширення лісових пожеж.

Методи та методики дослідження. Дослідження базується на використанні статистичного аналізу, спостереження, картографічних методів, а також польових обстежень. У роботі застосовано геоінформаційні системи для оцінки ризиків пожеж та аналізу територій з підвищеною горимістю.

Наукова новизна проведених досліджень полягає у системному аналізі горимості лісових масивів філії з урахуванням кліматичних змін та специфічних умов регіону. Розроблено практичні рекомендації для вдосконалення протипожежної профілактики з використанням сучасних технологій моніторингу.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані результати можуть сприяти вдосконаленню системи протипожежної профілактики, зменшенню екологічних і економічних втрат від пожеж, а також оптимізації діяльності лісогосподарських підприємств.

Апробація результатів дослідження. Студентка Лапіна І. В. приймала участь у науково-практичній конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (14–16 травня 2024 р.) за результатами проведених досліджень, наведених у її випускній кваліфікаційній роботі.

Публікації. За темою випускної кваліфікаційної роботи опубліковано наукову працю (тези): Лапіна І. В. Горимість лісів та протипожежна профілактика філії ДП «Тростянецьке лісове господарство» ДП «Ліси України»// Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (14–16 травня 2024 р.). Суми: СНАУ, 2024. С. 124.

Структура і обсяг роботи. Дипломна кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (51 найменування). Загальний обсяг дипломної кваліфікаційної роботи – 77 сторінок комп'ютерного тексту, містить 8 таблиць та 1 графік.

РОЗДІЛ 1

ЛІСОВІ ПОЖЕЖІ, ЇХ ТИПОЛОГІЯ, ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ТА ВПЛИВ НА ЕКОСИСТЕМИ

1.1. Проблема лісових пожеж

Лісові пожежі становлять одну з найсерйозніших загроз для природного середовища, економіки та здоров'я людей у майже всіх країнах світу. Щороку пожежі охоплюють величезні території лісів, спричиняючи незворотні зміни в екосистемах, знищуючи рослинний та тваринний світ, а також завдаючи серйозних економічних збитків. Лише у 2020 році масштабні пожежі в Австралії знищили близько 18,6 мільйона гектарів лісу, що призвело до загибелі понад 3 мільярдів тварин та вивільнення мільйонів тонн вуглекислого газу в атмосферу [37].

У США та Канаді щорічно реєструються тисячі пожеж, які знищують цілі лісові масиви, загрожуючи не лише природним ресурсам, але й життю та майну людей. Європейські країни, такі як Португалія, Іспанія та Греція, також страждають від пожеж у літні місяці, що обумовлено кліматичними особливостями та тривалими посушливими періодами. Зміна клімату, що проявляється у збільшенні тривалості посух, підвищенні температури і зміні режимів опадів, значно посилює ризик виникнення пожеж, особливо в районах зі спекотним та посушливим кліматом [24, 38].

У країнах зі значними лісовими площами пожежі є природною частиною екологічного циклу. Однак із посиленням антропогенного впливу, частота та інтенсивність лісових пожеж зростають, що перетворює їх на серйозну проблему. Для України, з її значними лісовими ресурсами, проблема пожеж також є актуальною. Ліси не лише виконують екологічні та кліматорегулювальні функції, але й забезпечують сировинну базу для багатьох галузей економіки.

У зв'язку зі змінами клімату, зокрема з підвищенням температури і збільшенням тривалості посушливих періодів, частота та інтенсивність лісових пожеж зростають у багатьох регіонах світу. Пожежі не лише знищують рослинність і призводять до втрати біорізноманіття, а й виділяють в атмосферу доволі великі кількості вуглекислого та інших парникових газів, що в подальшому сприяє нагріванню планети. Це створює замкнене коло, де кліматичні зміни спричиняють збільшення пожеж, а вони, своєю чергою, погіршують кліматичну ситуацію [37, 40].

Пожежі можуть спричинити евакуацію місцевого населення, знищувати житлові будинки, інфраструктуру, лісогосподарські ресурси та рекреаційні зони, завдаючи серйозних економічних збитків. Пожежі також несуть загрозу здоров'ю людей, оскільки виділяють у повітря частинки диму, чадного газу та інших шкідливих речовин, які можуть спричинити проблеми з диханням, захворювання серцево-судинної системи і навіть загострювати хронічні хвороби. Ці наслідки вимагають комплексного підходу до вивчення проблеми та запровадження профілактичних заходів для зниження ризиків.

Загострення проблеми лісових пожеж також пов'язане з урбанізацією та розширенням сільськогосподарських угідь, що збільшує ймовірність виникнення пожеж через антропогенний фактор. Недбалість у поводженні з вогнем, відсутність належного управління лісовими масивами та зростання кількості людей, які проживають у пожежонебезпечних регіонах, підвищують ризики займання. Це означає, що актуальність вивчення горимості лісів стосується не тільки природних аспектів, а й соціальних і економічних, що зумовлює необхідність розробки комплексних профілактичних заходів [5, 10, 12, 18].

1.2. Типи лісових пожеж та причини їх виникнення

Лісові пожежі можуть мати різні форми залежно від умов горіння, характеру рослинності та ландшафту. Залежно від інтенсивності та характеру

поширення вогню, розрізняють три основні типи лісових пожеж: низові, верхові та підземні. Кожен з цих типів має свої особливості та вимагає різних підходів до профілактики та гасіння [2, 47].

Низові пожежі, які охоплюють рослинний покрив на землі, є найпоширенішими та можуть бути відносно легкими для гасіння. Вони зазвичай виникають в умовах сухої підстилки, де вогонь поширюється через суху траву, листя, хвою та дрібні гілки, які нагромаджуються на землі. Такі пожежі швидко розповсюджуються по поверхні, але рідко досягають верхніх частин дерев. Основними причинами низових пожеж є антропогенні фактори, такі як залишені без нагляду багаття, кинуті недопалки, а також випалювання сухої трави у прилеглих сільськогосподарських районах. Природні фактори, такі як блискавка, можуть також спричинити низові пожежі, особливо в сухих умовах [2, 6, 43].

Верхові пожежі охоплюють крони дерев, поширюючись на верхні частини лісових насаджень. Такі пожежі є більш інтенсивними, важче піддаються контролю і часто призводять до повного знищення лісу на великих площах. Вони виникають, коли низова пожежа переходить у верхові частини дерев або коли вогонь потрапляє в хвойні ліси з великою кількістю смоли. Верхові пожежі часто зумовлені природними факторами, такими як блискавка, але можуть бути також спричинені діяльністю людини, особливо в умовах посухи. Лісові масиви, в яких переважають хвойні породи, є більш вразливими до таких пожеж через велику кількість смолистих речовин у деревині, які є легкозаймистими [2, 43, 47].

Підземні пожежі є особливим типом, який характеризується повільним горінням органічних матеріалів у ґрунті, зокрема торфу. Ці пожежі можуть бути важкими для виявлення, оскільки відбуваються під поверхнею землі, і часто тривають тижні або навіть місяці, завдаючи значної шкоди довкіллю та якості повітря. Підземні пожежі можуть виникати в умовах тривалих посух або у лісах, розташованих на торф'яних ґрунтах. Причинами підземних пожеж є як природні фактори (наприклад, блискавки), так і антропогенні,

особливо недотримання правил протипожежної безпеки при проведенні сільськогосподарських робіт. Зважаючи на їхню приховану природу, підземні пожежі часто важко виявити вчасно, що значно ускладнює процес їх гасіння [2, 6, 47].

Лісові пожежі також можна класифікувати за швидкістю поширення та інтенсивністю горіння. Пожежі з низькою інтенсивністю, як правило, мають повільне поширення, частіше у вигляді низових пожеж, які можуть обмежуватися підліском і трав'яним покривом. Такі пожежі менше впливають на крони дерев, але все ж становлять загрозу для екосистем, якщо не контролюються. Пожежі з високою інтенсивністю, особливо верхові, поширюються набагато швидше і мають значну тепловіддачу, що призводить до повного знищення насаджень на великих територіях.

Крім основних видів лісових пожеж, можна також виділити пожежі, що виникають у специфічних умовах, наприклад, у заболочених або торф'яних місцевостях. У торф'яниках горіння відбувається на рівні підземного шару торфу, що містить багато органічних речовин. Підземні пожежі цього типу можуть тривати місяцями, оскільки торф здатний горіти навіть при невеликому доступі кисню. Цей вид пожеж є надзвичайно важким для гасіння, оскільки вимагає комплексного підходу із залученням спеціалізованої техніки та зволоження підземних шарів ґрунту [2, 5, 46].

Ще один специфічний тип лісових пожеж – це так звані "кореневі" пожежі, які вражають підземні частини дерев та кущів. Вони здебільшого поширюються повільно, але завдають значної шкоди рослинам, адже пошкодження кореневої системи призводить до ослаблення або навіть загибелі дерев. Такі пожежі є особливо небезпечними для екосистем із сухим кліматом, де підземні частини рослин виконують важливу функцію у збереженні води та поживних речовин.

Причини лісових пожеж можна поділити на природні, а також антропогенні. Природні причини це є блискавки, самозаймання органічних матеріалів у торфовищах під впливом високих температур, а також випадкові

метеорологічні фактори. Природні пожежі, хоч і трапляються рідше, є неминучою частиною екологічного циклу. Антропогенні причини є найпоширенішими і включають недотримання правил безпеки під час відпочинку в лісі, навмисне випалювання сухої трави, іскри від лісозаготівельного обладнання та інші дії людини, що спричиняють пожежі. За статистикою, понад 80% лісових пожеж у світі виникають через людську діяльність [4, 5, 19, 45, 48].

Розуміння видів лісових пожеж і ключових причин їх виникнення має вирішальне значення для розроблення дієвих протипожежних заходів та стратегій їх ліквідації.

1.3. Географія лісових пожеж

Лісові пожежі є глобальною проблемою, що охоплює різні континенти і кліматичні зони. Вони не обмежуються певним регіоном чи країною – пожежі щорічно вражають ліси в Північній Америці, Південній Америці, Австралії, Європі, Азії та Африці. У деяких регіонах, як-от у Середземномор'ї, південній частині Австралії та Каліфорнії, пожежі є звичним природним явищем, яке виникає через тривалу посуху і високі температури. В інших регіонах, як-от у тропічних лісах Амазонки, частота і масштаб пожеж значно зросли в останні десятиліття, що обумовлено як кліматичними змінами, так і людською діяльністю. Кожна з країн, де відбуваються лісові пожежі, стикається з унікальними викликами, зумовленими як природними умовами, так і соціально-економічними факторами. Наслідки пожеж включають екологічні втрати, економічні збитки та значні ризики для здоров'я людей (рис. 1.1-1.4) [29, 34, 39].

Найбільш руйнівні лісові пожежі спостерігаються у сухих та посушливих зонах, де сприятливі кліматичні умови, такі як високі температури та сильний вітер, сприяють швидкому поширенню вогню. Наприклад, пожежі є звичною частиною австралійського клімату, особливо

влітку, коли температура досягає високих значень, а вологість повітря низька. У 2019–2020 роках так званий "Чорний Літній сезон" став одним із наймасштабніших в історії, знищивши понад 18 мільйонів гектарів лісу. Ці пожежі спричинили загибель близько 3 мільярдів тварин, знищення тисяч домівок і вивільнення близько 400 мільйонів тонн вуглекислого газу в атмосферу, що підвищує ризик кліматичних змін [24, 28, 34, 39].



Рис. 1.1. Смертоносні пожежі в Австралії 2019-2020 р. [39]

Північна Америка щорічно потерпає від лісових пожеж, зокрема в штатах Каліфорнія, Орегон, Вашингтон, а також у Канаді, де лісові пожежі охоплюють великі площі хвойних лісів. Наприклад, у 2020 році лише в Каліфорнії згоріло понад 4 мільйони акрів землі, що призвело до значних матеріальних збитків і погіршення якості повітря. Задимлення, що спричинене лісовими пожежами, створює серйозні ризики для здоров'я людей, зокрема для тих, хто страждає на захворювання дихальної системи [24, 49, 51].



Рис. 1.2. Лісові пожежі в Каліфорнії 2020 р. [49]

Країни середземноморського регіону, такі як Португалія, Іспанія, Італія та Греція, регулярно стикаються з пожежами, особливо влітку, коли клімат є сухим і спекотним. У 2017 році масштабні пожежі в Португалії призвели до загибелі понад 60 людей та знищили великі площі лісу. Окрім втрат природного середовища, пожежі спричинили серйозні економічні збитки для туристичної галузі, яка є важливим сектором економіки цих країн [39, 49].



Рис. 1.3. Лісові пожежі в Португалії й Іспанії 2017 р. [49]

Україна також стикається з проблемою лісових пожеж, а найбільше в південних та центральних регіонах, де високі літні температури та посухи створюють сприятливі умови для займання. У 2020 році масштабні пожежі на території Луганської області знищили понад 20 тисяч гектарів лісу, спричинили значні екологічні та економічні збитки і призвели до евакуації населення з постраждалих територій. Подібні події демонструють вразливість лісових ресурсів країни до змін клімату та підкреслюють актуальність заходів із протипожежного захисту [17, 19, 29].



Рис. 1.4. Лісові пожежі на Луганщині 2020 р. [19]

Географія лісових пожеж свідчить про глобальність проблеми, а її наслідки виходять далеко за межі окремих країн. Розуміння масштабів та наслідків катастрофічних пожеж допомагає підкреслити актуальність дослідження цієї проблеми для України, де лісові ресурси також перебувають під загрозою.

1.4. Позитивні та негативні аспекти лісових пожеж

Лісові пожежі загалом несуть неоднозначний ефект на екосистеми та навколишнє середовище, оскільки вони можуть завдавати значних

руйнувань, але також іноді виконують важливу природну роль у відновленні лісів. Усвідомлення як негативних, так і потенційно позитивних аспектів пожеж допомагає розробляти збалансовані стратегії управління лісовими ресурсами та протипожежної профілактики.

Лісові пожежі завдають значних збитків, особливо коли вони виходять з-під контролю. Вони можуть призвести до руйнування та втрати біорізноманіття, бо вогонь знищує не тільки дерева, але й інші рослини, мікроорганізми та тварин. Пожежі також змінюють структуру лісових ґрунтів, знижуючи їх родючість, оскільки вогонь може знищити верхній шар ґрунту і корисні органічні речовини, що ускладнює відновлення екосистем. Крім того, в атмосферу лісові пожежі виділяють значну кількість вуглекислого газу та різноманітних шкідливих речовин, що значно погіршує склад повітря і в майбутньому може призвести до глобального потепління [1, 10, 20, 38, 44].

Економічні наслідки пожеж також є значними. У регіонах, де лісова промисловість є важливою частиною економіки, знищення лісів несе за собою скорочення робочих місць і доходів. Також часто знищується інфраструктура, житлові будинки та інші споруди, що значно ускладнює відновлення після пожежі. Згубний ефект лісових пожеж на здоров'я населення проявляється у вигляді проблем з диханням, серцево-судинних захворювань та інших хвороб, викликаних забрудненням повітря. Узагальнений аналіз негативних наслідків лісових пожеж наведено в таблиці 1.1 [1, 25, 29, 44, 45].

Хоча лісові пожежі здебільшого сприймаються як руйнівне явище, вони можуть мати певні екологічні вигоди, особливо в умовах природних екосистем. У багатьох лісових системах пожежі є природним елементом, який сприяє оновленню рослинного покриву, створенню умов для розвитку нових популяцій рослин та підтримці екологічного балансу.

Хоча пожежі мають багато негативних наслідків, у певних екосистемах вони виконують важливу функцію в природному циклі відновлення лісових

масивів. Наприклад, пожежі можуть сприяти оновленню лісів, очищаючи територію від старих або хворих дерев і створюючи умови для зростання нових рослин.

Таблиця 1.1

Негативні наслідки лісових пожеж

Екологічні збитки	Пожежі призводять до знищення рослинності, що є основою екосистеми. Це призводить до втрати біорізноманіття, зокрема зникнення рідкісних видів рослин і тварин, які не можуть втекти від вогню. Згоряння великої кількості деревини також вивільняє значну кількість вуглекислого газу, що підсилює парниковий ефект та сприяє зміні клімату.
Економічні втрати	Втрати від пожеж включають як прямі збитки, пов'язані з руйнуванням інфраструктури, так і непрямі, що включають витрати на гасіння пожеж, заходи з відновлення територій, а також втрати в галузях сільського та лісового господарства, туризму тощо. Наприклад, пожежі в Австралії у 2019–2020 роках призвели до збитків на суму понад 100 мільярдів австралійських доларів.
Вплив на здоров'я людей	Задимлення, спричинене лісовими пожежами, містить небезпечні речовини, включаючи дрібні частинки PM2.5, які можуть проникати глибоко в легені і викликати серйозні респіраторні захворювання. У районах, де постійно спалахують пожежі, ризик для здоров'я місцевого населення значно зростає.
Соціальні наслідки	Лісові пожежі також мають соціальні наслідки, особливо в регіонах, де пожежі знищують житлові райони. Евакуація населення, втрати майна та інфраструктури можуть призводити до серйозних соціальних потрясінь, збільшення рівня стресу і психологічних травм.

Унаслідок пожежі можуть утворюватися відкриті ділянки, які швидко заселяються новими видами рослин і тварин, що збільшує біорізноманіття. Деякі види дерев, такі як сосни, адаптовані до пожеж: їхні шишки розкриваються тільки під впливом високої температури, вивільняючи насіння [10, 38, 44, 45].

Лісові пожежі також можуть збільшувати доступність поживних речовин у ґрунті. Під час горіння органічні речовини розкладаються, і внаслідок цього звільняються мінерали, які збагачують ґрунт і сприяють росту нових рослин. Крім того, пожежі можуть допомогти зменшити кількість підліску та опалого листя, що накопичуються в лісі і можуть

збільшити ризик великих пожеж у майбутньому. З цієї причини контрольовані пожежі іноді використовуються як інструмент управління лісовими ресурсами (табл. 1.2) [1, 10, 20, 29, 45].

Таблиця 1.2

Позитивні наслідки лісових пожеж

Очищення лісу від мертвих та хворих дерев	Лісові пожежі сприяють очищенню територій від старих, хворих та засохлих дерев, що знижує ймовірність поширення хвороб і шкідників. Внаслідок пожежі на місці знищених дерев звільняється простір для нових рослин, які швидко проростають на ділянках, де ґрунт збагачений попелом. Це сприяє природному відновленню лісів і підвищенню їхньої стійкості до майбутніх стресів.
Стимулювання проростання насіння	Деякі рослини, зокрема певні види хвойних дерев, потребують високих температур для розкриття своїх шишок і розсіювання насіння. Такий механізм проростання відомий як пірогенез і є характерним для видів, адаптованих до частих пожеж. Наприклад, сосна та деякі види евкаліптів мають товсті шишки, які відкриваються лише під дією тепла, випущеного під час пожежі. Це забезпечує природне оновлення лісів у післяпожежний період.
Збагачення ґрунту	Внаслідок горіння рослинний матеріал перетворюється на попіл, який є природним добривом для ґрунту. Пожежі збагачують ґрунт такими мінералами, як калій, кальцій і фосфор, які швидко засвоюються новими рослинами, забезпечуючи їхнє зростання. Це природне удобрення сприяє підвищенню родючості ґрунтів і пришвидшує процес відновлення рослинності на вигорілих ділянках.
Підтримка біорізноманіття	Внаслідок лісових пожеж часто виникають нові відкриті місця, які стають ідеальним середовищем для зростання рослин, що потребують багато світла. Це сприяє появі нових рослинних угруповань і підтримці різноманітності видів у лісовій екосистемі. Крім того, такі умови приваблюють різні види комах, птахів та дрібних ссавців, які заселяють відновлені ділянки, тим самим сприяючи розширенню біорізноманіття.
Регулювання екологічних циклів	Пожежі сприяють регуляції екологічних циклів, таких як цикл вуглецю та азоту. Зокрема, вуглець, накопичений у мертвій рослинності, вивільняється під час горіння і повертається в атмосферу, де він стає доступним для фотосинтезу в нових рослинах. Подібні процеси є природним способом підтримки балансу вуглецю у лісових екосистемах.

Знання як позитивних, так і негативних аспектів лісових пожеж допомагає сформувавши підхід до управління лісовими ресурсами, що

враховує як потребу у збереженні екосистем, так і ризики для людства. Хоча пожежі здебільшого розглядаються як руйнівний фактор, вони несуть значну роль у природних екосистемах, сприяють оновленню лісів, збагаченню ґрунту та підтримці біорізноманіття. Однак в умовах антропогенного впливу та підвищеної частоти пожеж природні вигоди часто затьмарюються, оскільки пожежі стають надто руйнівними і швидко поширюються через вплив людини та зміну клімату. Це підкреслює важливість ефективного управління та контролю над лісовими пожежами, особливо в регіонах із високим рівнем пожежної небезпеки.

1.5. Вплив лісових пожеж на зміну клімату та якість повітря

Лісові пожежі є значним джерелом парникових газів і забруднення атмосфери. Вони не лише впливають на локальний екологічний баланс, а й мають глобальні наслідки, особливо в умовах сучасних кліматичних змін. Горіння лісів сприяє збільшенню концентрації вуглекислого газу в атмосфері, викиду небезпечних частинок і створенню небезпечних умов для здоров'я людей, особливо тих, хто проживає поблизу зон пожеж.

Лісові пожежі вивільняють значні обсяги вуглекислого газу (CO_2), метану (CH_4) та оксидів азоту (NO), які є найбільш шкідливими парниковими газами. Ці викиди сприяють глобальному потеплінню, адже рослинність, що згоряє, зазвичай відіграє роль у поглинанні CO_2 з атмосфери. За оцінками, великі лісові пожежі можуть спричинити викид мільйонів тонн вуглекислого газу. Наприклад, під час масштабних пожеж в Австралії в 2019–2020 роках стався значний викид в атмосферу, що склав приблизно 400 мільйонів тонн вуглецю, це дорівнює річним викидам декількох великих країн [1, 5, 29, 37, 44, 48].

Через знищення лісових масивів, які є природними абсорберами вуглекислого газу, порушується баланс вуглецю в природі, і, як наслідок, спостерігається прискорене підвищення середньої глобальної температури.

Це створює порочне коло, оскільки підвищення температури та подовження періодів посух підвищують ризик виникнення нових пожеж.

Під час лісових пожеж значна кількість дрібних частинок (PM_{2.5} та PM₁₀) вивільняється в атмосферу, вони є особливо шкідливими для здоров'я людей. Ці частинки здатні проникати глибоко в легені та спричиняти респіраторні захворювання, загострюючи наявні хронічні проблеми дихальної системи, такі як астма та бронхіт. Крім того, дим від пожеж може поширюватися на великі відстані, погіршуючи якість повітря навіть у містах і регіонах, віддалених від місць займання [25, 29, 38].

Наприклад, у 2020 році лісові пожежі в Каліфорнії призвели до значного погіршення якості повітря в багатьох великих містах Західного узбережжя США. Тривале перебування в умовах задимлення може спричиняти зростання рівня захворюваності та смертності, особливо серед дітей, літніх людей та осіб з ослабленим імунітетом.

Пожежі не лише спричиняють підвищення концентрації парникових газів у атмосфері, а й є наслідком кліматичних змін. Підвищення температури повітря та зменшення кількості опадів у багатьох регіонах світу збільшують ризик виникнення пожеж. Це явище добре простежується у країнах Середземноморського регіону, в США, Канаді та Австралії, де довготривалі періоди посух є сприятливим середовищем для займання лісів. Таким чином, лісові пожежі посилюють глобальне потепління, яке, у свою чергу, створює сприятливі умови для нових пожеж, формуючи цикл, що важко розірвати без ефективного втручання та розробки запобіжних заходів [29, 38, 44, 47].

1.6. Лісові пожежі в історичному контексті

Лісові пожежі супроводжують людство протягом століть, і їхнє значення та підходи до управління значно змінилися з часом. Аналіз історичних тенденцій дозволяє краще зрозуміти причини та наслідки пожеж,

а також те, як вони вплинули на формування сучасних підходів до протипожежної профілактики та стратегії управління лісами.

Історичні факти говорять про те, що лісові пожежі насправді були частиною природного циклу в багатьох регіонах. Наприклад, у доіндустріальну епоху пожежі здебільшого були результатом природних явищ, наприклад через блискавку, і значилися природним механізмом оновлення лісів. Однак із розвитком людської діяльності та збільшенням антропогенного впливу на природні ресурси частота лісових пожеж значно зросла. Масове вирубування лісів, аграрна діяльність і збільшення кількості населених пунктів поблизу лісових насаджень створили умови для швидшого поширення пожеж, що мало катастрофічні наслідки для багатьох регіонів [3, 28].

З початку ХХ століття прослідковується зростання частоти та масштабів лісових пожеж у зв'язку зі змінами клімату, особливо в посушливих регіонах. Це призвело до перегляду підходів в управлінні лісами та розробки протипожежних стратегій, які враховують як природні, так і антропогенні чинники [12].

Значні лісові пожежі, що сталися у ХХ столітті, суттєво вплинули на зміну протипожежних стратегій. Наприклад, великі пожежі в Сполучених Штатах, такі як пожежа 1910 року у штаті Айдахо, відома як "Великий пожежний шторм", стали поштовхом для створення системи національних парків і розвитку сучасних методів протипожежної профілактики [10, 23, 51].

В Україні історія лісових пожеж має власні особливості. Зокрема, пожежі, що траплялися в лісах Полісся, Карпат та інших лісових регіонах, підштовхнули до розробки національних протипожежних заходів і встановлення контролю за лісокористуванням. Пожежа 1992 року в зоні відчуження Чорнобиля, яка поширилася на радіоактивно забруднені території, підкреслила необхідність суворого контролю над пожежами, які можуть нести значний ризик для довкілля та здоров'я населення.

У другій половині ХХ століття підходи до боротьби з пожежами зазнали значної трансформації. Спочатку головною метою було швидке гасіння будь-якої пожежі. Однак з часом науковці та лісові управління дійшли висновку, що певні види пожеж є природним процесом, необхідним для здоров'я екосистеми. Це призвело до впровадження тактики "контрольованих випалювань" у таких країнах, як США, Австралія та деякі європейські держави, де вогонь використовується для зниження ризику масштабних пожеж [6, 20, 43].

Зміни клімату також вплинули на стратегії управління лісами. Підвищення температур і тривалі посухи змусили переглянути методи протипожежної профілактики, особливо в регіонах із високою пожежною небезпекою. Сьогодні особливий акцент стоїть на впровадженні протипожежних бар'єрів, застосуванні технологій дистанційного спостереження, таких як дрони та супутники, а також розробці зональних стратегій управління, які спрямовані на зниження ризику виникнення масштабних пожеж [1, 2, 6, 20, 28, 43].

Історичний аналіз показує, що частота і масштаби лісових пожеж зросли під впливом людської діяльності та змін клімату. Значні пожежі, що сталися у минулому, мали вирішальний вплив на розвиток сучасних протипожежних стратегій. Сьогодні управління лісовими пожежами враховує природні процеси та необхідність запобігання масштабним займанням, що дозволяє забезпечити ефективну охорону лісів у контексті сучасних екологічних викликів.

РОЗДІЛ 2

ПРИРОДНІ УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Природні та економічні умови філії «Тростянецьке лісове господарство» ДП «Ліси України»

Філія "Тростянецьке лісове господарство" розташована в південно-східній частині Сумської області України. Географічне положення регіону зумовлює його природні особливості, що мають важливе значення для формування лісових екосистем, їхньої стійкості до зовнішніх впливів, а також ризиків виникнення лісових пожеж.

Географічне розташування філії "Тростянецьке лісове господарство" є однією з ключових характеристик регіону. Територія охоплює частини трьох адміністративних районів: Тростянецького, Охтирського та Велико-Писарівського в південно-східній частині Сумської області. Вона знаходиться в межах лісостепової зони, яка є перехідною між степовими та лісовими екосистемами. Це сприяє формуванню багатого біорізноманіття, включаючи цінні природні ресурси, які використовуються для лісового та сільського господарства. На території господарства розташовано кілька водних об'єктів, які є важливими для підтримання місцевої гідрології. [9, 25].

Рельєф регіону є здебільшого рівнинним, що сприяє рівномірному поширенню лісових масивів і зручному доступу до них для господарських і профілактичних заходів. Однак рівнинний рельєф також збільшує ризик поширення вогню під час пожеж, особливо в періоди посухи або сильного вітру. Територія розташована в зоні помірною клімату, що має значний вплив на сезонні коливання температури, кількість опадів і ризику займання лісових масивів [25].

Економіка регіону значною мірою залежить від використання природних ресурсів, включаючи лісові, сільськогосподарські та водні. Лісове господарство філії є одним із важливих секторів, забезпечуючи зайнятість

населення та сприяючи розвитку деревообробної промисловості. Деревина, що заготовляється на території лісгоспу, використовується для виготовлення меблів, будівельних матеріалів та інших виробів, що мають високу ринкову цінність. Крім того, рекреаційний потенціал лісів сприяє розвитку туристичної інфраструктури, залучаючи відвідувачів для відпочинку та екологічного туризму.

Філія "Тростянецьке лісове господарство" є важливим економічним суб'єктом у регіоні, забезпечуючи стабільну роботу для значної кількості місцевих мешканців. Основними напрямками діяльності філії є заготівля деревини, її первинна та вторинна переробка, а також лісовідновлювальні роботи. Щорічно лісгосп виконує планові рубки головного користування та санітарні рубки, що дозволяє підтримувати екологічний баланс і забезпечувати потреби деревообробної промисловості [9, 25].

Деревина, отримана з хвойних і твердолистяних порід, постачається на місцеві та регіональні підприємства для виробництва пиломатеріалів, меблів і будівельних конструкцій. Філія також здійснює реалізацію дров'яної деревини, яка використовується як паливо, особливо в сільській місцевості. Окрім того, важливу роль у діяльності філії відіграє заготівля та продаж новорічних ялинок, що приносить додатковий дохід наприкінці року.

Завдяки розвиненій інфраструктурі філія виконує не лише господарські, а й природоохоронні функції. Її підрозділи займаються лісовідновленням, створюючи плантації молодих дерев на територіях, що постраждали від рубок чи пожеж. Такі заходи забезпечують сталий розвиток лісового фонду та сприяють екологічній стабільності регіону. Економічна діяльність філії має також значний вплив на місцевий бюджет. Надходження від продажу деревини, дров і супутніх товарів сприяють фінансуванню місцевих інфраструктурних проєктів, зокрема ремонту доріг, підтримки шкіл та медичних установ [9, 25].

Клімат регіону має помірно-континентальний характер із яскраво вираженою сезонною зміною погодних умов. Середньорічна температура

повітря становить $+7^{\circ}\text{C}$, при цьому середня температура влітку сягає $+20 - +22^{\circ}\text{C}$, а взимку знижується до $-5 - -7^{\circ}\text{C}$. Літній період часто супроводжується тривалими посухами, що створює сприятливі умови для займання лісових насаджень, особливо хвойних. Щорічна кількість опадів знаходиться в межах 500–600 мм, здебільшого значна частина припадає саме на літній період у вигляді дощів. У сухі роки цей показник може значно зменшуватися, збільшуючи небезпеку пожеж.

Вітровий режим також відіграє важливу роль у формуванні ризиків лісових пожеж. У літні місяці переважають південно-східні вітри, які сприяють швидкому поширенню вогню в разі займання. Особливо небезпечними є періоди, коли вітрові потоки поєднуються з низькою вологістю повітря, що значно ускладнює їх гасіння.

Різноманітність ґрунтів на території філії включає дерново-підзолисті, чорноземи та суглинисті ґрунти. Ці ґрунти є придатними для зростання як хвойних, так і твердолистяних порід, що сприяє формуванню змішаних насаджень. Лісові масиви регіону представлені переважно сосновими, дубовими, ясеновими та березовими лісами, кожен із яких має свої екологічні особливості. Хвойні ліси зазвичай розташовані на піщаних ґрунтах, тоді як дубові й ясенові насадження займають більш родючі землі. У низинних ділянках із високим рівнем ґрунтових вод домінують вільха та осика [25].

Лісові масиви відіграють важливу екологічну роль, забезпечуючи стабільність ґрунтів і створюючи сприятливі умови для підтримки біорізноманіття. Однак у посушливі сезони сухий підстилковий шар і опала хвоя значно підвищують ризик займання, що потребує регулярного моніторингу та своєчасного проведення профілактичних заходів.

Розташування філії поблизу населених пунктів і сільськогосподарських угідь значно збільшує ризик лісових пожеж. Людська діяльність, зокрема неконтрольоване випалювання трави, необережне поводження з вогнем і навмисні підпали, є основними антропогенними факторами ризику займання лісів. У поєднанні зі змінами клімату це створює додаткові виклики для

управління лісовими ресурсами та забезпечення протипожежної безпеки [20, 21, 25].

Кліматичні зміни, які спостерігаються в останні десятиліття, також впливають на природні умови території філії "Тростянецьке лісове господарство". Зокрема, у регіоні фіксується зростання середньорічної температури, скорочення зимового періоду та збільшення тривалості посушливих періодів у літній сезон. Такі зміни сприяють зниженню рівня ґрунтової вологи, що підвищує ризик загорянь у хвойних насадженнях. Зростання частоти екстремальних погодних явищ, таких як сильні вітри та тривалі періоди без опадів, створює додаткові виклики для підтримання стабільності екосистем.

Особливу увагу привертають ризики, пов'язані з гідрологічними умовами регіону. Високий рівень ґрунтових вод у низинних районах, де домінують м'яколистяні породи, зазвичай знижує ймовірність виникнення пожеж. Проте у випадках тривалих посух навіть ці зони можуть ставати потенційно небезпечними. Крім того, зниження кількості опадів та виснаження водоносних горизонтів негативно впливають на здатність лісів відновлюватися після пожеж. Це підкреслює важливість збереження водних ресурсів як складової частини стратегії протипожежної профілактики [9, 25, 26].

Природні умови території філії "Тростянецьке лісове господарство" відіграють ключову роль у формуванні ризиків лісових пожеж. Різноманітність кліматичних, ґрунтових і рослинних факторів створює як сприятливі, так і небезпечні умови для лісової екосистеми. Урахування цих умов є необхідним для розробки ефективних заходів протипожежної профілактики, спрямованих на збереження природних ресурсів і забезпечення екологічної стабільності.

2.2. Породний склад лісів філії "Тростянецьке лісове господарство"

Ліси філії "Тростянецьке лісове господарство" відзначаються багатим породним складом, що формує основу екосистеми та забезпечує різноманітність лісогосподарської діяльності. Породний склад лісів відіграє важливу роль у регулюванні екологічної рівноваги, впливає на ступінь горимості лісових насаджень і визначає стратегії їхнього управління та охорони. Основними групами дерев, поширених на території лісгоспу, є хвойні, твердолистяні та м'яколистяні породи.

Хвойні породи займають домінуюче становище у складі лісів філії, становлячи основу для багатьох насаджень. Найпоширенішим видом є сосна звичайна (*Pinus sylvestris*), яка зростає на різноманітних ґрунтах, в тому числі і на піщаних та бідних поживними речовинами. Соснові насадження характеризуються високою продуктивністю та швидким зростанням, що робить їх важливим ресурсом для деревообробної промисловості. Однак соснові ліси є надзвичайно вразливими до пожеж через наявність смол, які сприяють швидкому займанню хвої та деревини. Ялина європейська (*Picea abies*), інший поширений хвойний вид, зустрічається переважно у вологіших ділянках, де формує густі й стійкі лісові масиви. Ялина забезпечує екологічну стійкість лісів, але також піддається ризику займанню у посушливі періоди [15, 25].

Серед твердолистяних порід найбільше значення мають дуб звичайний (*Quercus robur*) та ясен (*Fraxinus excelsior*). Дубові ліси займають значну площу, зростаючи на родючих ґрунтах і забезпечуючи високу екологічну стабільність. Деревина дуба є цінним ресурсом для будівельної та меблевої промисловості. Крім того, дубові насадження мають низьку горимість завдяки високій вологості деревини та товщині кори, що робить їх природними бар'єрами для поширення вогню. Ясен зазвичай зустрічається у зонах із підвищеною вологістю ґрунтів, формуючи змішані насадження з дубом або іншими породами. Його деревина також має високу економічну

цінність, але через чутливість до захворювань ясеніві насадження вимагають постійного моніторингу та догляду [15, 9, 25].

М'яколистяні породи, такі як береза повисла (*Betula pendula*), осика тремтяча (*Populus tremula*) та вільха чорна (*Alnus glutinosa*), відіграють важливу екологічну роль у відновленні лісів. Береза повисла є швидкорослим видом, який часто утворює насадження після рубок чи пожеж, допомагаючи стабілізувати ґрунти й забезпечуючи природне відновлення екосистем. Осика та вільха зростають переважно у вологих низинних місцевостях, де створюють стійкі насадження, які сприяють збереженню водного балансу. Вільха здатна покращувати вміст азоту в ґрунті завдяки симбіозу з бактеріями, які проживають у її кореневій системі, що відіграє важливу роль у збереженні родючості ґрунтів.

Різноманітність породного складу лісів філії "Тростянецьке лісове господарство", наведений у таблиці 2.1, має важливе значення для зменшення ризику пожеж. Твердолистяні та м'яколистяні насадження, завдяки їхній більшій вологості та меншій займистості, відіграють роль природних бар'єрів, які обмежують поширення вогню в хвойних насадженнях. Змішані ліси, де поєднуються різні породи, забезпечують більшу екологічну стійкість і сприяють зниженню ризику масштабних пожеж.

Породний склад лісів філії також створює потенціал для впровадження інноваційних підходів до протипожежної профілактики. Наприклад, посадка стійких до пожеж видів дерев може допомогти зменшити ризики займання. Водночас правильне управління насадженнями, зокрема регулярні санітарні рубки та підтримка оптимальної густоти лісів, є важливими складовими збереження лісового фонду в умовах змін клімату.

Таблиця 2.1

Породний склад лісів філії "Тростянецьке лісове господарство"

Група порід	Основні види	Площа, %	Характеристики	Роль у протипожежній профілактиці
Хвойні	Сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i>), Ялина європейська (<i>Picea abies</i>)	60%	Швидке зростання, висока продуктивність деревини, схильність до займання через смолу.	Високий ризик пожеж, потребують регулярних санітарних рубок для зниження горимості.
Твердолистяні	Дуб звичайний (<i>Quercus robur</i>), Ясен (<i>Fraxinus excelsior</i>)	25%	Стійкі до займання, товста кора, цінна деревина.	Природні бар'єри для поширення пожеж завдяки низькій горимості.
М'яколистяні	Береза (<i>Betula pendula</i>), Осика (<i>Populus tremula</i>), Вільха чорна (<i>Alnus glutinosa</i>)	15%	Швидкий ріст, адаптація до вологих умов, важливість для відновлення ґрунтів.	Зменшують ризик пожеж у вологих ділянках, використовуються для створення протипожежних розривів.

2.3. Методи проведення дослідження

Методологія дослідження горимості лісів та заходів протипожежної профілактики базується на поєднанні сучасних наукових підходів і практичних методів аналізу. Комплексний підхід до дослідження забезпечує глибоке розуміння процесів, які сприяють виникненню пожеж, та розробку ефективних профілактичних заходів.

Основою дослідження стало використання експертного методу, що включає опитування фахівців лісової галузі, працівників лісництв та представників місцевих органів влади. Це дозволило визначити основні чинники ризику займання лісових масивів, характерні для території філії "Тростянецьке лісове господарство". Зібрані дані слугували основою для оцінки впливу природних та антропогенних факторів на пожежну небезпеку лісів.

Для оцінки територій з підвищеним ризиком пожеж застосовувалися методи картографічного аналізу. Використання геоінформаційних систем (ГІС) дозволило визначити найбільш уразливі ділянки, враховуючи густоту лісових насаджень, їх породний склад, кліматичні умови та наявність антропогенного навантаження. Аналіз супутникових знімків у поєднанні з польовими обстеженнями надав можливість верифікувати дані та оцінити реальний стан лісових масивів.

Для вивчення динаміки та наслідків лісових пожеж використовувався статистичний метод. Аналізувалися офіційні дані про кількість, площу та частоту пожеж за останні 10 років. Це дозволило виявити сезонні та багаторічні тенденції, а також оцінити ефективність впроваджених профілактичних заходів. Зокрема, було проведено порівняння між зонами з активними протипожежними заходами та територіями, де такі заходи були недостатніми.

Комплексний підхід до вибору методів забезпечує багатосторонній аналіз проблеми, що дозволяє отримати достовірні дані та зробити обґрунтовані висновки. Результати дослідження слугують основою для розробки практичних рекомендацій щодо зменшення ризиків виникнення пожеж і підвищення ефективності профілактичних заходів.

У ході дослідження було залучено різноманітні інформаційні джерела, які включали відомості про лісові насадження, статистику пожеж та особливості ризикових зон в межах території філії "Тростянецьке лісове господарство". Аналіз дослідницьких матеріалів дозволив детально оцінити сучасний стан лісів, закономірності виникнення пожеж та ефективність заходів протипожежної профілактики.

Основними джерелами даних стали звітна документація філії, зокрема річні плани діяльності, таксаційні описи та звіти про виконання протипожежних заходів. У цих документах міститься детальна інформація про породний склад лісів, площі насаджень, стан лісового підстилку, а також виконані заходи з санітарних рубок, створення протипожежних розривів і

встановлення систем раннього виявлення пожеж. Таксаційні описи дозволили оцінити просторовий розподіл лісових масивів та виділити ділянки з підвищеним рівнем горимості.

Статистична інформація про пожежі, що сталися на території філії за останні 10 років, відіграла значну роль у дослідженні. Ці дані включають кількість пожеж, їхні причини, площу охоплення та збитки, завдані екосистемам і господарству. Аналіз дозволив виявити найбільш небезпечні періоди року, а також оцінити, наскільки ефективними були впроваджені профілактичні заходи. Також було розглянуто причини виникнення пожеж, серед яких домінують антропогенні фактори, такі як недбале поводження з вогнем та неконтрольоване випалювання трави.

Дослідницький матеріал включав також результати польових обстежень, проведених на території філії. Вони дозволили перевірити достовірність картографічних даних і оцінити реальний стан лісів. Зокрема, польові дослідження охоплювали перевірку густоти підліску, стану лісового підстилку та наявності протипожежних бар'єрів. Ці дані стали основою для розробки рекомендацій щодо удосконалення протипожежної профілактики.

Комплексний підхід до збору та аналізу даних забезпечив точність і достовірність результатів дослідження, дозволив виявити проблемні аспекти протипожежної діяльності та запропонувати шляхи їх вирішення.

Таблиця 2.2

Статистика лісових пожеж у філії "Тростянецьке лісове господарство" за 2019–2023 роки

Рік	Кількість пожеж	Загальна площа пожеж, га
2019	3	15
2020	5	25
2021	2	10
2022	8	50
2023	4	20

Таблиця демонструє динаміку лісових пожеж у філії за останні п'ять років, відображаючи вплив як природних, так і антропогенних чинників, включаючи наслідки бойових дій у 2022 році. Дані за 2022 рік відображають значне зростання кількості та площі пожеж, що пов'язано з бойовими діями та обстрілами території філії [9, 21, 25].

2.4. Використання сучасних технологій

Сучасні технології відіграють ключову роль у дослідженні горимості лісів та реалізації протипожежної профілактики. Інноваційні підходи, такі як супутниковий моніторинг та камери спостереження дозволяють значно підвищити ефективність виявлення пожеж та оцінки ризиків займання на великих територіях.

Одним із найбільш корисних інструментів для дослідження стало використання геоінформаційних систем (ГІС). Завдяки аналізу просторових даних вдалося створити карти пожежонебезпечності, які враховують густоту лісових насаджень, їхній породний склад, кліматичні умови та рівень антропогенного впливу. ГІС дозволили визначити найбільш уразливі ділянки території філії "Тростянецьке лісове господарство", що є важливим для ефективного планування заходів протипожежної профілактики [13].

Супутниковий моніторинг забезпечує отримання актуальної інформації про стан лісових насаджень у реальному часі. Супутникові знімки високої роздільної здатності використовуються для аналізу змін у лісовому покриві, виявлення зон із порушеннями, а також оцінки наслідків пожеж [13, 22].

Важливим елементом протипожежної профілактики є використання камер, які встановлені на спостережних вежах. Вони дозволяють виявляти осередки займання на ранніх етапах, що значно знижує ризик поширення пожеж. У філії "Тростянецьке лісове господарство" такі системи використовуються для моніторингу великих територій, що дозволяє оперативно реагувати на будь-які зміни ситуації.

Сучасні камери спостереження, які забезпечують цілодобовий контроль за територією встановлені у куточку пожежного спостерігача. Ці системи не лише допомагають у виявленні пожеж, а й сприяють збору даних для аналізу умов, за яких вони виникають. Використання таких технологій дозволяє підняти рівень безпеки на території лісгоспу.

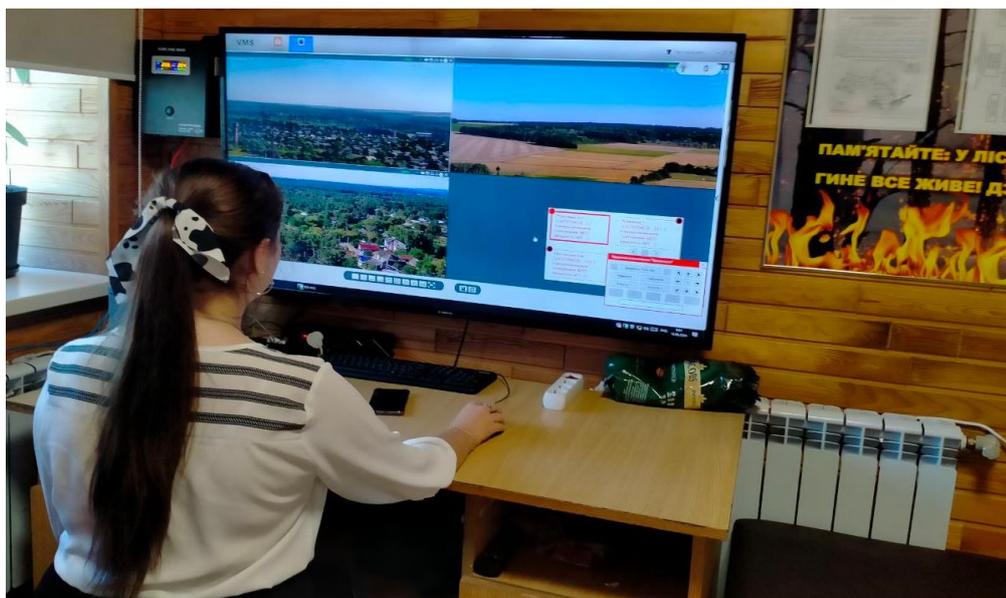


Рис. 2.1. Камери спостереження у філії «Тростянецьке ЛГ» (власні фото Лапіна І. В.)



Рис. 2.2. Куточок пожежного спостерігача у філії «Тростянецьке ЛГ» (власні фото Лапіна І. В.)

Сучасні технології не лише підвищують ефективність досліджень, а й сприяють оперативному реагуванню на пожежі, що мінімізує їхні наслідки для лісових екосистем. Впровадження інноваційних рішень є важливим кроком у забезпеченні стійкості лісів до змін клімату та збереженні їхнього екологічного й економічного значення.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Нормативно-правові акти та регулювання протипожежної безпеки філії «Тростянецьке лісове господарство»

Протипожежна безпека лісів є однією з основних складових у сфері лісового господарства, що регулюється як загальнодержавними, так і регіональними документами. Чітке дотримання цих актів дозволяє зменшити ризики виникнення пожеж, а також мінімізувати можливі втрати від вогню.

Основні законодавчі акти України, що регулюють протипожежні заходи:

1. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 р. Цей законодавчий акт встановлює загальні положення щодо забезпечення пожежної безпеки на всій території України. Кодекс містить вимоги щодо запобігання пожежам у природних екосистемах, особливо в лісах, а також визначає обов'язковим наявність спеціальних протипожежних засобів, таких як системи раннього виявлення пожеж. Для лісогосподарських підприємств, в тому числі і для філії ДП "Тростянецьке лісове господарство", це означає необхідність наявності узгодженого плану протипожежних заходів та відповідної матеріальної бази.

2. Постанова Кабінету Міністрів України "Про затвердження Правил пожежної безпеки в лісах України" від 24.03.2005 р. Основні правила протипожежного захисту, що встановлює ця постанова, є обов'язковими і повинні виконуватись у всіх лісових господарствах. Для філії ДП "Тростянецьке лісове господарство" виконання цієї постанови означає обов'язкове створення протипожежних розривів та інших бар'єрів, обмеження відвідування лісів в умовах підвищеного рівня пожежної небезпеки, а також контроль за дотриманням цих обмежень населенням.

3. Наказ Державного агентства лісових ресурсів України №134 від 26.03.2014 р. Цей наказ закріплює правила щодо очищення лісів від горючих матеріалів, і є обов'язковим для виконання всіма лісгосподарськими підприємствами. Зокрема, деякими з вимог є встановлення протипожежних перешкод, утримання водойм для легкого та швидкого доступу до води. Особливо це важливо для філії ДП "Тростянецьке лісове господарство" розташованій на території з підвищеною пожежною небезпекою.

На філію ДП "Тростянецьке лісове господарство" також поширюються локальні нормативні документи, які розроблені з урахуванням територіальних особливостей та кліматичних умов Сумської області. Основні регіональні вимоги включають:

- Розробка і реалізація регіональних планів протипожежного захисту. Дана філія має окремий план протипожежних заходів, з додатковими вимогами, що враховують місцеву рослинність, рельєф і шляхи доступу до лісових масивів.
- Контроль доступу в пожежонебезпечні періоди. Через високу пожежну небезпеку в період посухи необхідно вводити обмежувальні заходи. Місцеві акти передбачають обов'язкове розміщення знаків про заборону в'їзду на території підвищеного ризику та залучення місцевих органів до контролю за дотриманням цих обмежень.
- Регулярний моніторинг та обстеження лісових масивів. Обласні вимоги передбачають регулярне обстеження всіх лісових масивів філій ДП «Тростянецьке лісове господарство» на предмет виявлення осередку загоряння. Використовуються як наземні засоби контролю, так і технології дистанційного спостереження (камери), які відповідають стандартам, встановленим у загальнодержавних документах [11, 12, 20, 21, 25].

Регіональні регулюючі документи повністю відповідають вимогам законодавства України. Дотримання цих вимог дозволяє філії ДП "Тростянецьке лісове господарство" ефективно здійснювати протипожежні заходи відповідно до загальнодержавних стандартів і правил. Дотримання

цих правил забезпечує захист як природного середовища, так і населених пунктів, розташованих поблизу лісів, від можливих наслідків лісових пожеж.

Аналіз нормативно-правових актів та їх застосування у філії ДП "Тростянецьке лісове господарство" показує, що комплексний підхід, який поєднує державні та місцеві вимоги, забезпечує високий рівень протипожежної безпеки. Реалізація цих заходів важлива не лише для захисту навколишнього середовища, а й для безпеки місцевого населення та інфраструктури.

3.2. Основні фактори ризику виникнення лісових пожеж у філії

Лісові пожежі є серйозною загрозою для лісового господарства, оскільки можуть призводити до значних екологічних та економічних втрат. Виникнення пожеж спричиняється низкою природних та антропогенних чинників, які залежать від місцевих кліматичних умов, структури лісового фонду та особливостей рельєфу території. Для філії ДП "Тростянецьке лісове господарство", розташованої у Сумській області, актуальність цих факторів зростає з кожним роком через зміни клімату та зростання антропогенного впливу на природні ресурси, що проаналізовано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Природні та антропогенні чинники, що підвищують ризик виникнення пожеж у філії ДП "Тростянецьке лісове господарство"

Природні чинники	Кліматичні умови	Сумська область характеризується помірно континентальним кліматом із теплим літом та холодною зимою. Проте в останні роки спостерігається зростання середньорічної температури, що сприяє збільшенню періодів посухи, особливо в літній сезон. Тривала відсутність опадів знижує вологість рослинності та підстилки, створюючи умови для легкого займання. Високі температури і низька відносна вологість повітря є ключовими факторами, що підвищують ризик виникнення пожеж у лісових масивах філії.
------------------	------------------	--

Продовження табл. 3.1

	Тип лісової рослинності	Склад лісів також впливає на ризик загоряння. У Тростянецькому лісовому господарстві переважають хвойні насадження, які є особливо вразливими до пожеж через велику кількість смолистих речовин у деревині та опалих хвойнках. Ці компоненти легко займаються і швидко поширюють вогонь, що потребує додаткових заходів з протипожежного контролю та догляду за лісовими масивами.
	Рельєф території	Частина лісових масивів філії розташована на схилах та в долинах, що може сприяти швидкому поширенню вогню. Нахил місцевості впливає на швидкість руху пожежі, особливо у вітряну погоду, коли вогонь може швидко пересуватись угору, охоплюючи великі площі лісу.
Антропогенні чинники	Рекреаційна діяльність і туризм	Ліси Тростянецької філії є популярними серед місцевого населення і туристів, особливо у теплу пору року. Порушення правил пожежної безпеки, такі як необережне поводження з вогнем, кидання недопалків чи залишення незагашених багать, є основними антропогенними чинниками ризику.
	Лісогосподарська діяльність	Лісозаготівельні роботи, які проводяться у філії, також підвищують ризик загоряння. Використання техніки в лісових масивах, зокрема бензопил, тракторів та іншого обладнання, яке працює на пальному, може стати джерелом займання у випадку несправності або недотримання вимог безпеки.
	Сільськогосподарська діяльність у прилеглих районах	Сільгоспугіддя, що межують із лісовими ділянками, також можуть стати джерелом пожеж у випадку необережного випалювання стерні або бур'янів. Відсутність захисних протипожежних смуг між лісом та сільськогосподарськими угіддями збільшує ризик того, що вогонь з поля може поширитись на лісові масиви.

Аналіз природних і антропогенних чинників показує, що для філії ДП «Тростянецьке лісове господарство» найважливішими є вплив кліматичних змін, тип лісової рослинності та антропогенний вплив. Для ефективної протипожежної профілактики необхідно враховувати всі ці чинники, щоб вжити відповідні заходи щодо мінімізації ризиків. Також важливо розглянути причини лісових пожеж у філії за останні 4 роки (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Розподіл причин лісових пожеж у філії «Тростянецьке лісове господарство» (2019–2023 рр.)

Причина пожеж	Кількість випадків	Відсоток від загальної кількості, %
Недбале поводження з вогнем	8	32
Випалювання трави	10	40
Бойові дії	5	20
Природні фактори	1	8

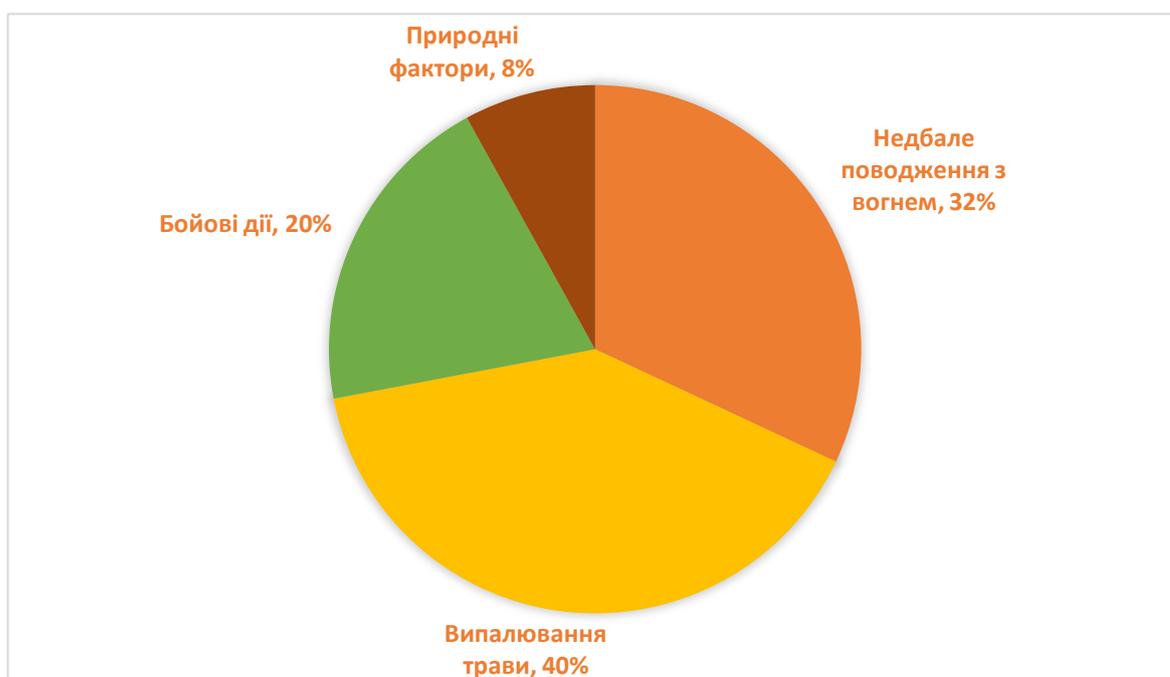


Рис. 3.1. Розподіл причин лісових пожеж у філії «Тростянецьке лісове господарство» (2019–2023 рр.)

Дані таблиця та графік відображають основні фактори, які призводили до займання лісів на території філії "Тростянецьке лісове господарство". З аналізу даних можна зробити висновки про домінування антропогенних факторів, бо основну частку пожеж (40%) спричинило випалювання трави.

Ця проблема є типовою для сільських регіонів і свідчить про необхідність посилення інформаційно-просвітницької роботи серед населення.

Недбале поводження з вогнем є другою за поширеністю причиною, яка спричинила 32% пожеж. Це може включати залишені багаття, кинуті недопалки та інші необережні дії відвідувачів лісу.

Бойові дії спричинили 20% лісових пожеж за вказаний період. Цей фактор має значний вплив у сучасних умовах і потребує окремих заходів, таких як розмінування територій і відновлення зруйнованого забезпечення.

Частка природних факторів є незначною, фактори, такі як блискавки, становлять лише 8% випадків. Це свідчить про те, що ризик пожеж через природні явища є мінімальним у регіоні, порівняно з іншими причинами.

Для зменшення кількості пожеж необхідно сфокусувати зусилля на зменшенні антропогенних факторів, які становлять 72% від загальної кількості випадків. Особливу увагу слід приділити кампаніям із запобігання випалюванню трави та посиленню контролю за відвідувачами лісів.

Також зростає необхідність врахування нових ризиків. Пожежі, спричинені бойовими діями, потребують спеціальних стратегій, включаючи інтеграцію сучасних технологій моніторингу та захисту територій, а також залучення державної підтримки для відновлення лісових ресурсів.

3.3. Оцінка екологічних та економічних наслідків лісових пожеж

Лісові пожежі є значним викликом для екосистем та економіки філії "Тростянецьке лісове господарство". Вони руйнують природні ресурси, змінюють екологічну рівновагу та створюють довготривалі фінансові втрати. Аналіз їхніх наслідків дозволяє зрозуміти масштаб проблеми та розробити ефективні стратегії для її вирішення.

Одним із головних наслідків є втрата біорізноманіття. Унаслідок займання руйнується середовище проживання численних видів флори і фауни. Особливо страждають види, що не мають можливості швидко

мігрувати, зокрема ґрунтові комахи, земноводні та рослини, залежні від певних ґрунтових умов. Пожежі також знищують верхній шар ґрунту, який виконує ключову роль у підтримці екосистемної стійкості. Органічна речовина, накопичена у лісовій підстилці, повністю вигорає, що призводить до зменшення вологи у ґрунті та збільшення ризику ерозії.

Значні кліматичні зміни також є наслідком лісових пожеж. Горіння супроводжується викидами великої кількості парникових газів, включаючи вуглекислий газ, метан та оксиди азоту, що підсилюють глобальне потепління. Окрім цього, пожежі руйнують лісові масиви, які є природними поглиначами CO₂, що ще більше погіршує баланс вуглецю в регіоні. Деякі території після пожеж стають екологічно "мертвими зонами", де відновлення природного покриву може тривати десятиліттями.

Лісові пожежі завдають значних фінансових збитків. Одним із найбільш помітних аспектів є втрата товарної деревини, особливо в хвойних лісах. Пошкоджена деревина швидко втрачає комерційну цінність через ураження грибками та шкідниками, що робить її непридатною для подальшої обробки. У середньому, за один гектар знищеного лісу втрачається близько 15 тисяч гривень доходу від реалізації деревини.

Окрім прямих втрат, пожежі впливають на рекреаційний потенціал регіону. Зруйновані зони відпочинку втрачають привабливість для туристів, що знижує доходи місцевих громад. Наприклад, вигорілі території поблизу природоохоронних зон потребують не лише фінансових ресурсів для відновлення, а й часу, щоб повернути екосистемам їхню естетичну та рекреаційну цінність.

Непрямі збитки включають втрати продуктивності прилеглих сільськогосподарських угідь. Деградація ґрунтів унаслідок пожеж впливає на врожайність, особливо на схилах, де ерозія може бути особливо руйнівною. Ці втрати відображаються на доходах фермерів, що ще більше підсилює економічне навантаження на регіон.

Витрати на ліквідацію пожеж є ще одним значним компонентом. Гасіння вимагає залучення спеціалізованої техніки, витрат на паливо, оплати праці пожежних бригад і ремонт обладнання. Наприклад, одна масштабна пожежа в хвойному лісі може коштувати до 50 тисяч гривень тільки на етапі гасіння. Крім того, відновлення зруйнованих доріг, спостережних веж і встановлення нових протипожежних розривів є додатковим фінансовим тягарем для філії.

Непрямі втрати є ще більш значними та тривалими. Вони включають деградацію екосистем, зниження родючості ґрунтів, втрату біорізноманіття та зменшення водорегулюючої функції лісів. Лісові пожежі також впливають на кліматичну ситуацію в регіоні, сприяючи підвищенню середньорічних температур і зниженню кількості опадів. Це створює замкнене коло, де наслідки пожеж посилюють ризик виникнення нових займань.

Окрім екологічних втрат, лісові пожежі мають значний соціально-економічний вплив. Руїнування лісів призводить до втрати робочих місць у деревообробній промисловості, зменшення доходів місцевих громад, які залежать від лісового господарства, а також до зниження надходжень до місцевого бюджету. Наприклад, збитки, пов'язані з пожежами у хвойних лісах, впливають на ціни деревини, що призводить до додаткових економічних труднощів для підприємств, що працюють у цій сфері.

Важливим аспектом є вартість відновлення лісів після пожеж. Лісовідновлювальні роботи включають посадку нових дерев, догляд за молодняком і відновлення деградованих ґрунтів, що потребує значних фінансових ресурсів. Для філії "Тростянецьке лісове господарство" це особливо актуально, оскільки великі площі вигорілих територій потребують тривалого періоду реабілітації. У середньому, витрати на відновлення одного гектара лісу перевищують витрати на створення протипожежних розривів і профілактичні заходи.

Аналіз співвідношення між витратами на профілактику та ліквідацію наслідків пожеж демонструє, що інвестиції в протипожежну безпеку є

економічно виправданими. Наприклад, вартість модернізації систем моніторингу, створення протипожежних розривів та інформаційно-просвітницьких заходів серед населення значно нижча, ніж збитки від навіть однієї масштабної пожежі. Це підтверджує необхідність активізації заходів протипожежної профілактики та впровадження сучасних технологій.

У підсумку, лісові пожежі не лише руйнують екосистеми, а й створюють значне фінансове навантаження на економіку регіону. Ефективне управління лісовими ресурсами, включаючи запобіжні заходи, відновлення постраждалих територій та впровадження інновацій, є ключовим фактором зниження економічних втрат і забезпечення сталого розвитку лісового господарства.

3.4. Аналіз сучасного стану протипожежної профілактики у філії "Тростянецьке лісове господарство"

Протипожежна профілактика є одним із ключових напрямів діяльності філії "Тростянецьке лісове господарство". У рамках цих заходів впроваджено систему моніторингу, яка включає використання трьох камер, встановлених на спостережних вежах. Вони забезпечують моніторинг ситуації в режимі реального часу та сприяють виявленню осередків займання на початкових стадіях.

Спостережні вежі забезпечують візуальний контроль за територією, але їхня ефективність залежить від роботи камер. Обладнання дозволяє оперативно виявляти займання, проте охоплення території залишається обмеженим через недостатню кількість таких веж і їхнє розташування.

Протипожежні розриви, створені в основному у хвойних насадженнях, виконують важливу роль у стримуванні поширення вогню (рис. 3.2). Проте їхня кількість і стан залишаються недостатніми для ефективного захисту всіх територій лісгоспу. На деяких ділянках розриви заросли травою, що збільшує ризик займання.



Рис. 3.2. Протипожежна смуга починає заростати травою у філії «Гростянецьке лісове господарство» (власні фото Лапіна І. В.)

У філії функціонує куточок пожежного нагляду, що є важливим елементом організації протипожежної профілактики. Він обладнаний інформаційними матеріалами, схемами ризикових зон і контактами оперативних служб, що дозволяє швидко реагувати у разі виникнення займання. Крім того, пожежний спостерігач, що виконує цілодобовий моніторинг за допомогою камер, забезпечує своєчасне виявлення осередків пожеж. Важливим аспектом роботи спостерігача є використання сучасного обладнання, яке дозволяє фіксувати не лише вогонь, але й дим на ранніх етапах займання.

Основою технологічного моніторингу є три сучасні камери, встановлені на спостережних вежах. Вони працюють у режимі реального часу, забезпечуючи виявлення диму та вогню на великій відстані. Ця система є одним із найбільш ефективних інструментів для контролю, але її функціонування залежить від регулярного технічного обслуговування та стабільного електропостачання.

Відсутність таких технологій, як дрони чи тепловізори, обмежує можливості для моніторингу важкодоступних ділянок. Це ускладнює контроль за великими територіями та знижує швидкість реагування в разі виникнення пожеж.

Виконання норм наказу Державного агентства лісових ресурсів України "Ліси України" щодо підготовки до пожежонебезпечного періоду є пріоритетним завданням для філії, яке вона завжди вчасно виконує. Наказ передбачає своєчасне очищення мінералізованих смуг, оновлення протипожежних розривів, перевірку стану обладнання та організацію навчання для працівників, які займаються гасінням пожеж. Особлива увага приділяється створенню планів оперативного реагування, які включають схеми евакуації та маршрути доступу до важкодоступних зон. [21, 22].

Виконання цих норм дозволяє мінімізувати ризики виникнення пожеж та покращує готовність господарства до роботи у пожежонебезпечний період (рис. 3.3).



Рис. 3.3. ЛПС-1 (лісова пожежна станція першого типу) у філії «Тростянецьке лісове господарство» (власні фото Лапіна І. В.)

Таблиця 3.3

Стан протипожежної інфраструктури у філії "Тростянецьке лісове господарство" на 2024 р.

Елемент інфраструктури	Кількість	Стан	Коментарі
Протипожежні розриви	20	Частково зарослі	Потребують регулярного очищення від трави та чагарників
Камери на спостережних вежах	3	Робочі, обмежене охоплення	Забезпечують виявлення пожеж у реальному часі, але покривають не всю територію
Спостережні вежі	3	Задовільний	Розташовані в ключових точках, але недостатньо для повного моніторингу
Лісові дороги	50 км	Потребують ремонту	Ускладнюють доступ до віддалених ділянок у разі пожежі

Таблиця показує, що протипожежна інфраструктура філії потребує удосконалення. Зокрема:

- Протипожежні розриви мають бути очищені для забезпечення їхньої функціональності.
- Камери на вежах забезпечують базовий рівень моніторингу, але кількість таких веж слід збільшити для кращого покриття території.
- Стан лісових доріг впливає на швидкість реагування пожежників, що вимагає інвестицій у ремонт і модернізацію.
- Розширити систему протипожежного моніторингу, встановивши додаткові камери та впровадивши тепловізори для виявлення пожеж на ранніх етапах.
- Збільшити масштаби інформаційно-просвітницької роботи серед населення, зокрема через залучення волонтерів і проведення регулярних тренінгів.
- Інтегрувати міжнародний досвід, адаптувавши сучасні технології до місцевих умов.

Робота з населенням залишається важливим компонентом профілактики пожеж. Філія проводить інформаційні комплекси, спрямовані

на підвищення обізнаності населення про ризики лісових пожеж і важливість дотримання правил пожежної безпеки. Проте масштаби цих заходів потребують розширення, особливо для сільських районів, де антропогенний фактор є основною причиною займання.

Аналіз статистики за останні п'ять років свідчить про стабільне зменшення кількості пожеж у регіоні до 2022 року, після чого спостерігається різкий сплеск через бойові дії. Встановлено, що більшість пожеж відбувалися в літній період, коли спостерігаються високі температури та знижена вологість повітря. Основні причини займання включають людський фактор (недбале поводження з вогнем) і природні явища (тривалі періоди посухи).

Антропогенний фактор є ключовим у виникненні лісових пожеж. Незважаючи на інформаційно-просвітницьку роботу, проведену філією, у сільській місцевості все ще поширені практики випалювання сухої трави, що часто спричиняє займання прилеглих лісових масивів. Інтенсивність відвідування лісів місцевим населенням та туристами також впливає на ризик виникнення пожеж, особливо у зонах із недостатнім рівнем контролю.

3.5. Вплив бойових дій на лісові пожежі

Бойові дії на території України створили унікальні умови, які значно підвищують ризик виникнення лісових пожеж. Вибухи артилерійських снарядів, обстріли, детонація мін і використання важкої техніки стають основними причинами займань у лісових масивах. Крім того, свідомі підпали як форма тактичного знищення природних ресурсів під час війни додають ще один рівень складності до управління лісовими господарствами. Території, що постраждали від бойових дій, часто стають недоступними для профілактичних заходів через небезпеку, пов'язану з мінуванням та залишками вибухонебезпечних предметів (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Заміновані ділянки на території Тростянецької філії (власні фото Лапіна І. В.)

На території філії "Тростянецьке лісове господарство" бойові дії у 2022 році призвели до значного зростання кількості лісових пожеж. Вигорілі площі охоплювали як хвойні, так і твердолистяні насадження, що призвело до втрати значної кількості цінних порід дерев. Найбільше постраждали хвойні насадження через їхню високу горимість та швидкість займання. Знищення таких лісів несе не лише економічні втрати, а й довгострокові екологічні наслідки.

Окрім знищення деревини, пошкоджена інфраструктура, включаючи спостережні вежі, дороги та системи моніторингу, значно ускладнила роботу з профілактики та ліквідації пожеж. В ході бойових дій Тростянецька філія зазнала значних втрат. Загальна сума збитків склала близько 95 мільйонів гривень. Було зруйновано адміністративні будівлі, пошкоджено та знищено техніку, знищено інфраструктуру підприємства. Пошкоджено практично всі структурні підрозділи. У таких умовах забезпечення своєчасного реагування стає майже неможливим, що сприяє поширенню пожеж на значні площі.

Лісові пожежі, спричинені бойовими діями, мають особливо негативний вплив на екологічну стабільність регіону. Горіння рослинності

супроводжується викидами великої кількості парникових газів, таких як вуглекислий газ і метан, що посилює глобальну кліматичну кризу. Крім того, у повітря виділяються токсичні речовини, що утворюються при горінні вибухонебезпечних матеріалів та інших хімікатів, які залишаються після бойових дій. Це спричиняє забруднення атмосфери та водних ресурсів, що має довгостроковий вплив на здоров'я населення.

Знищення лісів також призводить до деградації ґрунтів, зниження їхньої родючості та підвищення ризику ерозії. У таких умовах природне відновлення екосистем ускладнюється, а відновлювальні роботи вимагають значних фінансових та людських ресурсів.

Вплив бойових дій на лісове господарство має також соціально-економічний вимір. Руйнування лісів знижує доходи лісгоспів, зменшує зайнятість місцевого населення та призводить до втрати податкових надходжень до місцевих бюджетів. Рекреаційний потенціал регіону, який є важливим джерелом доходів, також суттєво зменшується через втрату природних зон відпочинку.

Важливо зазначити, що відновлення постраждалих територій ускладнюється через обмежений доступ до фінансування та ресурси, спрямовані на підтримку військових потреб. Унаслідок цього значна частина вигорілих площ залишається без належної реабілітації, що створює нові виклики для управління лісовими ресурсами.

Для подолання наслідків бойових дій у лісових масивах необхідно впровадити комплексний підхід, що включає:

1. Розмінування територій. Це є першим кроком для забезпечення безпеки працівників лісового господарства та відновлення доступу до постраждалих ділянок.
2. Відновлення інфраструктури. Ремонт доріг, спостережних веж і систем моніторингу дозволить повернути ефективність роботи лісгосподарських підприємств.

3. Інтеграція сучасних технологій. Використання дронів, тепловізорів і супутникового моніторингу дасть змогу контролювати ситуацію в небезпечних районах без ризику для життя працівників.

4. Реабілітація постраждалих територій. Включає посадку нових дерев, відновлення ґрунтів і створення протипожежних розривів для запобігання майбутнім займанням.

5. Фінансова підтримка. Забезпечення додаткових джерел фінансування, у тому числі міжнародної допомоги, для відновлювальних робіт.

3.6. Рекомендації щодо вдосконалення протипожежної профілактики

На основі проведеного аналізу сучасного стану протипожежної профілактики, результатів моделювання ризиків та оцінки наслідків пожеж, було розроблено рекомендації, спрямовані на зменшення ймовірності виникнення пожеж та мінімізацію їх наслідків. Ці заходи враховують особливості території філії "Тростянецьке лісове господарство", її економічні можливості та наявні ресурси:

1. Модернізація системи моніторингу. Одним із ключових кроків у підвищенні ефективності протипожежної профілактики є модернізація системи моніторингу. Існуюча система, що базується на використанні трьох камер спостереження, є недостатньою для забезпечення повного охоплення території. Рекомендується:

- Встановити додаткові камери спостереження в стратегічно важливих точках.
- Інтегрувати тепловізійні камери для виявлення займання в нічний час і за поганої видимості.

- Запровадити використання дронів для моніторингу важкодоступних ділянок і оперативної оцінки стану пожежонебезпечних зон.

2. Поліпшення інфраструктури. Для забезпечення швидкої та ефективної боротьби з пожежами необхідно удосконалити інфраструктуру:

- Розширити мережу протипожежних розривів, особливо в хвойних лісах із високим ризиком займання.
- Регулярно проводити догляд за існуючими розривами, очищуючи їх від трави та чагарників.
- Ремонт і модернізація лісових доріг, що забезпечить доступ до всіх ділянок лісового масиву.
- Створення додаткових резервуарів із водою поблизу пожежонебезпечних зон.

3. Інформаційно-просвітницька робота серед населення. Антропогенний фактор залишається однією з основних причин лісових пожеж. Для зменшення ризику рекомендується:

- Розширити масштаби інформаційних кампаній, орієнтованих на населення прилеглих сіл і туристів.
- Організувати регулярні тренінги та семінари для громад, які межують із лісовими територіями, із роз'ясненням правил поводження з вогнем.
- Встановити інформаційні стенди та попереджувальні знаки в популярних рекреаційних зонах.

4. Розробка плану дій у надзвичайних ситуаціях. План реагування на надзвичайні ситуації має враховувати сучасні виклики, зокрема вплив бойових дій. Рекомендується:

- Створити мобільні групи швидкого реагування, оснащені сучасним обладнанням для гасіння пожеж.
- Розробити детальні маршрути евакуації населення у разі масштабних пожеж.

- Залучити державну та міжнародну підтримку для фінансування заходів із протипожежної безпеки.

5. Інтеграція міжнародного досвіду. Успішні практики інших країн, таких як США, Австралія та Канада, можуть бути адаптовані до місцевих умов. Наприклад:

- Використання систем раннього виявлення пожеж на основі штучного інтелекту.
- Впровадження програм фінансового стимулювання громадян за участь у профілактичних заходах.
- Розробка державних програм компенсації втрат, спрямованих на відновлення постраждалих територій.

Впровадження зазначених заходів дозволить знизити частоту лісових пожеж, підвищити оперативність реагування та мінімізувати наслідки займання. Крім того, модернізація системи протипожежної профілактики сприятиме підвищенню екологічної та економічної стійкості філії "Тростянецьке лісове господарство".

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. У результаті проведеного дослідження встановлено, що лісові пожежі у філії "Тростянецьке лісове господарство" спричиняються переважно антропогенними факторами (72% випадків) та кліматичними умовами, які підсилюють горимість лісових насаджень. Особливо уразливими є хвойні ліси, що становлять значну частину території.

2. Аналіз існуючої системи протипожежної профілактики показав, що використання трьох камер на спостережних вежах є недостатнім для повного моніторингу території. Наявність зарослих протипожежних розривів та поганий стан лісових доріг знижують ефективність боротьби з пожежами.

3. Впровадження моделювання ризиків дозволило виявити найбільш небезпечні ділянки, зокрема в центральній частині філії, де спостерігається висока концентрація хвойних деревних порід і слабка інфраструктурна підтримка.

Рекомендації

На основі результатів дослідження запропоновано такі практичні заходи:

- Модернізувати систему моніторингу шляхом встановлення додаткових камер та використання тепловізійного обладнання.
- Провести ремонт лісових доріг та забезпечити регулярний догляд за протипожежними розривами.
- Впровадити використання дронів для моніторингу території.
- Організувати масштабні інформаційні кампанії для підвищення обізнаності населення.
- Розробити план дій у надзвичайних ситуаціях, включаючи створення мобільних груп швидкого реагування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Балабух В.О., Зібцев С.В. Вплив зміни клімату на кількість та площу лісових пожеж України: український гідрометеорологічний журнал № 18. 2016. 54–77 с.
2. Ворон В.П., Сидоренко С.Г., Мельник Є.Є., Ткач О.М. Вивчення тенденцій виникнення та пошкодження лісів пожежами в різних природних зонах України. *Лісівнича наука в контексті сталого розвитку*: матеріали наук. конф., присвяченої 150-річчю від дня народження академіка Г.М. Висоцького, 90-річчю від дня народження професора П.С. Пастернака та 85-річчю від часу заснування УкрНДІЛГА ім. Г.М. Висоцького (м. Харків, 29-30 вересня 2015 року). Харків, 2015. С. 95.
3. Ворон В.П., Лещенко В.О., Мельник Є.Є. Залежність виникнення пожеж від типів лісу і деревостанів та їх розвиток після пожеж: науковий вісник. НЛТУ, 2016. 62–96 с.
4. Грицюк Ю.І. Структурні компоненти задачі оптимального управління процесом боротьби з лісовими пожежами: збірник наукових праць Лісівничої академії наук України. Львів: РВВНЛТУ, 2010. 152–179 с.
5. Гудков І. В., Коваль П. О. Методи оцінки пожежної небезпеки в лісових екосистемах: український журнал екології. 2020. 45–52 с.
6. Державне агентство лісових ресурсів України. Охорона лісів від пожеж. Офіційний вебсайт. URL: <https://forest.gov.ua>.
7. Закон «Про затвердження Правил пожежної безпеки в лісах України» від 27.12.2004: Державний комітет лісового господарства України. Офіційний вебсайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/>
8. Захарчук А. В. Дослідження впливу рубок та пожеж на лісові екосистеми. Житомир: ПНУ, 2020. 40 с.

9. Зібцев С.В., Борсук О.А. Охорона лісів від пожеж у світі та в Україні – виклики ХХІ сторіччя та перспективи розвитку: журнал лісове та садово-паркове господарство. Київ: НУБіП, 2012.
10. Зібцев С. В., Сошенський О. М., Корень В. А. Багаторічна динаміка лісових пожеж в Україні: український журнал лісівництва та деревинознавства. Київ, 2019. 27-28 с.
11. Інструкція з організації протипожежного захисту в лісах України: лісова служба. Київ, 2019. 48 с.
12. Інструкція з охорони лісів від пожеж: затв. наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 12.04.2023.
13. Коваленко В. С., Сидоренко Л. Г. Інноваційні технології моніторингу лісових пожеж: екологічний вісник України. 2022. 36–42 с.
14. Кузик А.Д. Пожежонебезпечні властивості лісових горючих матеріалів: науковий вісник НЛТУ України. НЛТУ, 2014. 212–238 с.
15. Лісовий кодекс України: відомості Верховної Ради України (ВВР) 1994, № 17, ст.99) від 15.11.2024. 2024. 99 с.
16. Мальчик О. В., Бойко А. І. Стратегічне планування протипожежного захисту лісів України: вісник аграрної науки. 2020, 58–64 с.
17. Мельник П.В. Система органів управління в галузі охорони лісів. Івано-Франківськ, 2014. 118–182 с.
18. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України.: Інструкція з охорони лісів від пожеж затвердж. наказом №277 від 27.12.2004.
19. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України: оцінка ризиків пожеж у хвойних лісах. Київ: Екологічний інститут, 2022. 89 с.
20. Наказ «Про затвердження Правил пожежної безпеки в лісах України» від 27.12.2004 № 278.
21. Наказ № 70 «Про підготовку філії «Тростянецьке лісове господарство» ДП «Ліси України» до пожежонебезпечного періоду 2024 року. 2024, 12 с.
22. Національні стратегії захисту лісів від пожеж у США: доповідь Лісової служби США. Вашингтон, 2020. 124 с.

23. Обіход Г.О. Економіка пожеж у природних екосистемах. Економіка АПК. 2014. 29-65 с.
24. Офіційний звіт про наслідки бойових дій на природні ресурси України: Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. 2023.
25. Проект організації та розвитку лісового господарства державного підприємства “Тростянецьке лісове господарство” Сумського обласного управління лісового та мисливського господарства Державного агентства лісових ресурсів України: пояснювальна записка. Ірпінь, 2018 р.
26. Рибалова О.В., Коробкіна К.М. Вплив лісових пожеж на стан водних екосистем: 5-й Міжнародний конгрес «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування»: збірник матеріалів. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 199 с.
27. Стародуб Ю.П. Стан лісів (знецнення, відновлення лісів). Пожежонебезпека. 2014.
28. Суспільне Україна. Лісові пожежі в Україні: статистика та способи запобігання: офіційний сайт, 2023.
29. Тарасенко С. М., Коржик О. В. Аналіз наслідків лісових пожеж у соснових масивах Полісся: журнал лісівництво та агролісомеліорація. 2021. 12–20 с.
30. Чигиринець В. Пожежу легше попередити, аніж загасити: товариство лісівників України. 2023.
31. Agee, J. K., Skinner, C. N. Basic principles of forest fuel reduction treatments: *Forest Ecology and Management*, 2005, 83-96 p.
32. Alexander, M. E., Cruz, M. G. Evaluating a model for predicting active crown fire rate of spread using wildfire observations: *Canadian Journal of Forest Research*, 2006, 305-328 p.
33. Bond W. J., Keeley J. E. *The Ecology of Fire*. Cambridge: Cambridge University Press, 2019. 320 p.
34. Bradstock, R. A. A biogeographic model of fire regimes in Australia: current and future implications: *Global Ecology and Biogeography*, 2016, 145-158 p.

35. Cohen J. Wildland Urban Fire a different approach to assess the risk: *Forest Ecology and Management*. 2019. 433 p.
36. European Forest Institute. *Best Practices in Forest Fire Prevention*: EFI Publications, 2021.
37. FAO. *Global Forest Fire Assessment 2020*. Rome: Food and Agriculture Organization, 2021. 112 p.
38. Fernandes P. M., Botelho H. S. A review of prescribed burning effectiveness in fire hazard reduction: *International Journal of Wildland Fire*. 2020. 117-128 p.
39. Flannigan, M. D., Stocks, B. J., Wotton, B. M. Climate change and forest fires. *The Science of the Total Environment*, 2011, 221-229 p.
40. He T., Lamont B. B., Enright N. J. Fire-adapted traits of flammable plants in fire-prone ecosystems: *Ecological Monographs*. 2021. 113-136 p.
41. Johnson E. A., Miyanishi K. *Forest Fires: Behavior and Ecological Effects*. London: Academic Press, 2020. 612 p.
42. Keeley J. E., Bond W. J. *Fire in Mediterranean Ecosystems*. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. 315 p.
43. Keeley, J. E. Fire intensity, fire severity and burn severity: a brief review and suggested usage: *International Journal of Wildland Fire*, 2015. 116-126 p.
44. Lindenmayer D., Taylor C., Ward M. Managing fire regimes in forests and woodlands to reduce wildfire impacts: *Biological Conservation*. 2021. 289 p.
45. Moritz, M. A., Parisien, M. A., Batllori, E., Krawchuk, M. A., Van Dorn, J., Ganz, D. J., & Hayhoe, K. Climate change and disruptions to global fire activity: *Ecosphere*. 2014. 49 p.
46. OECD. *Environmental Consequences of Military Conflicts*: OECD Publishing, 2021. URL: <https://www.oecd.org>.
47. Pyne, S. J., Andrews, P. L., Laven, R. D. *Introduction to Wildland Fire*. New York, 2006. 769 p.
48. Scott, J. H., Reinhardt, E. D. Assessing crown fire potential by linking models of surface and crown fire behavior: *USDA Forest Service General Technical Report*, 2010. 59 p.

49. Stephens, S. L., Ruth, L. W. Federal forest-fire policy in the United States: Ecological Applications. 2015. 532-542 p.
50. Syphard A. D., Keeley J. E., Massada A. B. Housing arrangement and location determine the likelihood of housing loss due to wildfire . 2019. 550 p.
51. Van Wagner, C. E. Development and structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System: Canadian Forestry Service Technical Report. 1987. 37 p.

ДОДАТКИ